

气象灾害灾情评估指标研究与应用^{*}

——以陕西为例

雷向杰, 蔡新玲, 王 娜

(陕西省气候中心, 陕西 西安 710015)

摘 要: 为了定量评估气象灾害造成的灾情, 利用陕西 1984 - 2007 年气象灾害普查数据库, 建立人员死亡率、农作物种植面积受灾率、直接经济损失率 3 个灾情因子评估指数并计算灾情综合指数, 构建灾情因子和综合灾情年景定量评估指标, 将气象灾情年景分为严重、较严重、一般、较轻和轻 5 类。利用建立的年景评估指标对陕西 2008 - 2010 年气象灾害灾情年景进行评估, 应用到年度气候影响评价业务服务中。分析每种气象灾害灾情因子指数和灾情综合指数多年平均值, 确定陕西危害度最大的气象灾害依次为暴雨、干旱、冰雹、连阴雨、气象地质灾害等。研究表明: 陕西气象灾害造成的人员死亡率呈现减少趋势, 多年平均值为 3.23/百万, 直接经济损失率变化趋势不明显, 多年平均值为 1.51%, 农作物种植面积受灾率呈明显增加趋势, 多年平均值为 21.99%。

关键词: 气象灾害; 灾害普查; 评估指标; 年景分析; 危害度; 陕西

中图分类号: P42; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000 - 811X(2011)03 - 0022 - 06

无论按影响范围还是经济损失比较, 气象灾害都排在首位^[1]。我国气象灾害造成的直接经济损失占国民生产总值的 1% ~ 3%^[2]。所以, 对气象灾害进行客观、定量的评估在为政府决策提供准确参考信息方面有着重要的作用。气象灾害普查是开展气象灾害评估和风险区划的重要基础, 《中华人民共和国气象法》和《气象灾害防御条例》以法律规范的形式确立了气象灾害普查、风险评估和区划制度^[3-4]。陕西省气象部门历时 3 年完成的 1984 - 2007 年气象灾害普查数据库为灾情定量评估研究与应用奠定了基础。

自然灾害造成的社会损失最终可归结为人员伤亡和物质财产损失。自然灾害的评估指标通常分三方面, 主要社会指标: 死亡人数、受伤人数; 影响范围指标: 受灾人口、受灾面积; 主要经济指标: 房屋破坏面积、直接经济损失、灾害救援损失^[5]; 实际工作中常选择其中几种, 本文选取死亡人数、受灾面积、直接经济损失 3 项指标。

灾级描述的是灾害损失规模, 如死亡人数、经济损失数量等, 灾度则用来描述灾害造成损失的深度, 如人员死亡率、物质财产损失率等。灾级和灾度既可用于同一灾种不同次灾害事件的比较, 也可用于不同种类自然灾害事件的比较, 灾度还可以更多地用于同一次灾害事件中不同地区

受灾程度的比较。本文使用气象灾害普查数据, 选取人员死亡率、农作物种植面积受灾率、直接经济损失率作为气象灾害灾情因子指数, 计算灾情综合指数开展评估指标研究, 应用于气象灾害危害度对比分析和气象灾害灾情年景评估工作中。

为了综合评价灾害所造成的灾情, 增加不同灾种之间的可比性, 有人用人力资本理论将人员伤亡数换算成经济损失^[6]。冯利华 1993 年将死亡人数、受伤人数和直接经济损失的数量折算为规范化指数^[7]。本文将灾情因子指数分别进行归一化处理, 使其处在一个可以比较的范围, 再确定权重系数, 计算灾情综合指数, 进行气象灾情年景评估。

1 资料来源和说明

资料来源为陕西 1984 - 2007 年气象灾害普查数据库和《陕西统计年鉴》。普查数据以县(区)为地域单元, 包括暴雨洪涝、大风、龙卷、高温热浪、气象地质灾害, 干旱等 25 种气象及其衍生灾害(以下统称气象灾害)。灾情数据来源: 民政局占 30%, 气象报表 13%, 县志 4%, 其余为植保

* 收稿日期: 2010 - 12 - 31

基金项目: 中国气象局气象灾害普查与灾情分析管理项目(气发[2009]177号); 陕西省气象局 2010 年气象科技创新基金项目(2010M - 19)

作者简介: 雷向杰(1965 -), 男, 陕西西安人, 硕士, 高级工程师, 主要从事气候分析与预测研究. E-mail: lei_xiang_jie@sina.com

站、防汛办、水利局、农业局、抗旱办、土地局、年鉴等, 本文整理其中的死亡人数、农作物受灾面积、直接经济损失进行分析研究。

2 气象灾害灾情因子评估指标及应用

2.1 人员死亡率指标及应用

2.1.1 人员死亡率

人员死亡率 I_{di} 计算公式为

$$I_{di} = d_i / s_{di} \times 1\,000\,000 / 1\,000\,000, \quad i = 1984, 1985, \dots, 2007, \quad (1)$$

式中: I_{di} 为第 i 年的人员死亡率; d_i 为第 i 年气象灾害造成的死亡人数; s_{di} 为第 i 年陕西年末总人数。

陕西气象灾害造成的死亡人数在 1980 年代中后期和 21 世纪初较多, 1990 年代较少, 平均每年 109 人, 死亡人数与时间(年代)之间的相关系数为 -0.18 , 呈现减少趋势。人员死亡率 1984 - 2007 年平均值为 3.23/百万, 也就是说, 平均每年每 100 万人中至少有 3 人死于气象灾害。1984 - 2007 年全省年底总人口逐年增加, 人员死亡率减少趋势比死亡人数更明显, 人员死亡率与时间之间的相关系数为 -0.26 , 但仍没有超过 0.10 的显著性水平。

死亡人数和人员死亡率年代际变化特点和变化趋势基本相同(图 1), 但由于 1984 - 2007 年全省年底总人口逐年增加, 前面一些年份人员死亡率由大到小排序的序号比死亡人数由大到小排序的序号提前, 例如, 1984 年气象灾害造成的死亡人数为 226 人, 为 1984 - 2007 年的第 4 多年, 排 2000 年 251 人之后, 而 1984 年人员死亡率 7.62/百万, 为第 3 高年, 排 2000 年(6.89/百万)之前。

又如, 1988 年人员死亡率与最高年 2002 年相比, 十分接近, 而死亡人数差别则较大(图 1)。显然, 用人员死亡率作为评估指数更合理, 更稳定, 更具有可比性。

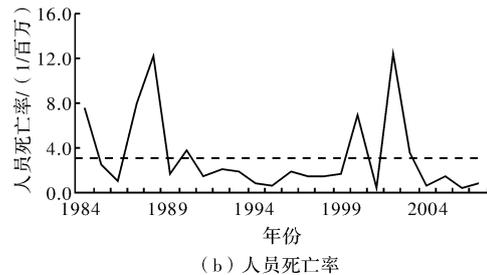
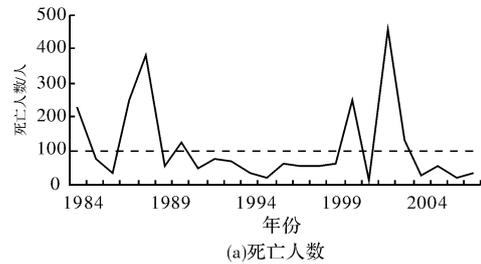


图 1 陕西历年气象灾害造成的人员损失情况

2.1.2 人员死亡率指数应用

各种气象灾害人员死亡率多年平均值 \bar{I}_{dj} 计算公式为

$$\bar{I}_{dj} = \sum_{i=1984}^{2007} I_{dij}, \quad j = 1, 2, \dots, 25. \quad (2)$$

式中: \bar{I}_{dj} 为第 j 种气象灾害人员死亡率多年平均值; I_{dij} 为第 j 种气象灾害第 i 年人员死亡率。

陕西造成人员死亡的气象灾害有 12 种, 按照其人员死亡率多年平均值 \bar{I}_{dj} 由大到小排序, 可知从造成的人员死亡率看, 危害度由大到小的顺序依次为暴雨、气象地质灾害、连阴雨、冰雹、大风等(表 1)。

表 1 陕西各种气象灾害人员死亡率多年平均值排序

序号	1	2	3	4	5	6
灾种	暴雨	气象地质灾害	连阴雨	冰雹	大风	雷电
人员死亡率/(1/百万)	2.45	0.33	0.17	0.13	0.07	0.05
序号	7	8	9	10	11	12
灾种	森林草原火灾	雪灾	低温冷害	干旱	飏线	冻害
人员死亡率/(1/百万)	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

2.1.3 人员死亡率年景评估指标

在人员死亡率 I_{di} 计算结果的基础上, 构建人员死亡率年景评估指标。构建方法: ①对 1984 - 2007 年历年气象灾害人员死亡率进行排序; ②分别选取人员死亡率最大和最小的两年定义为严重年和轻年, 相当于 10 ~ 15 年一遇的水平; ③再依次分别选取较大和较小的 5 年定义为较重和较轻

年, 大约相当于 5 年一遇的水平; ④其余下的 10 年为一般年份, 相当于 2 ~ 3 年一遇的水平。⑤根据以上划分结果分别找出 5 种年景所对应的人员死亡率临界值, 构建人员死亡率年景评估指标(表 2), 作为以后人员死亡率年景评估的标准(下文其它灾情因子和综合灾情年景评估指标构建方法与此相同)。

表 2 陕西气象灾害人员死亡率年景划分指标

年景分类	$I_{di}/(1/\text{百万})$	年份
严重	$I_{di} \geq 8.15$	2002、1988
较重	$2.65 \leq I_{di} < 8.15$	1987、1984、2000、1990、2003
一般	$1.41 < I_{di} < 2.65$	1985、1992、1993、1996、1989 1999、1998、1997、2005、1991
较轻	$0.55 < I_{di} \leq 1.41$	1986、2007、1994、2004、1995
轻	$I_{di} \leq 0.55$	2006、2001

2.1.4 人员死亡率年景评估指标应用

以人员死亡率年景评估指标在陕西 2008 年气候影响评价(气候公报)中的应用为例,讨论指标在实际应用过程中遇到的问题 and 解决办法。陕西 2008 年气候影响评价 2009 年 1 月底发布,此时 2008 年末总人数没有公布,无法计算 2008 年气象灾害造成的人员死亡率 I_{d2008} 。为了对 2008 年陕西气象灾害人员死亡率年景做出快速客观的评估,需要引进一个过渡指数 $I_{d2008/2007}$,即使用 2008 年死亡人数和 2007 年年末总人数计算的人员死亡率。2008 年年末总人数公布后,再计算 I_{d2008} 对当初的快速评估结果进行订正。同理,对 2009 年气象灾害人员死亡率年景进行评估时,引进过渡指数 $I_{d2009/2008}$,其余依此类推(下文其它灾情因子指数和灾情综合指数使用方法与此相同)。

2008 年气象灾害造成的死亡人数为 61 人^[8],2007 年陕西年末总人数 3 748 万人, $I_{d2008/2007}$ 约为 1.62/百万,根据表 2,快速评估结果为一般年份。实际上,2008 年陕西年末总人数 3 762 万人, I_{d2008} 约为 1.62/百万,最终评估结果为一般年份,与快速评估结果相同。2009 年死亡人数 41 人^[9],2010 年 205 人,快速评估结果和最终评估结果见表 9。

2.2 农作物播种面积受灾率指标及应用

2.2.1 农作物播种面积受灾率

农作物播种面积受灾率 I_{ai} 计算公式为

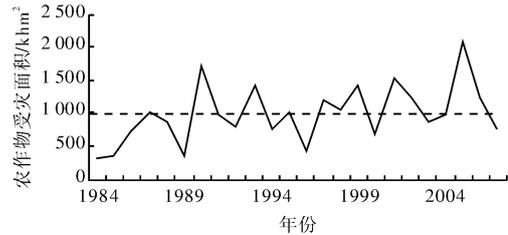
$$I_{ai} = a_i/s_{ai} \times 100\%, i = 1984, 1985, \dots, 2007. \quad (3)$$

式中: I_{ai} 为第 i 年农作物播种面积受灾率; a_i 为第 i 年气象灾害造成的农作物受灾面积; s_{ai} 为当年农作物播种面积。

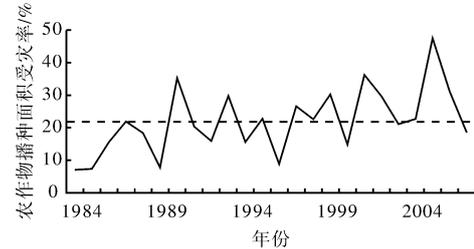
农作物受灾面积和农作物播种面积受灾率年际变化特点和变化趋势基本相同(图 2),农作物播种面积受灾率与时间的相关系数为 0.54,增加趋势超过 0.01 的显著性水平,较受灾面积增加趋势更加明显。受灾面积与时间的相关系数为 0.44,仅超过 0.05 的显著性水平。陕西 1984-2007 年农作物播种面积线性趋势是减少的。

2.2.2 农作物种植面积受灾率应用

各种气象灾害农作物种植面积受灾率多年平



(a) 农作物受灾面积



(b) 农作物播种面积受灾率

图 2 陕西历年气象灾害造成的农作物损失情况

均值 \bar{I}_{aj} 计算公式为:

$$\bar{I}_{aj} = \sum_{i=1984}^{2007} I_{aij}, j = 1, 2, \dots, 25, \quad (4)$$

式中: \bar{I}_{aj} 为第 j 种气象灾害农作物种植面积受灾率多年平均值; I_{aij} 为第 j 种气象灾害第 i 年农作物种植面积受灾率。从造成农作物种植面积受灾率看,陕西气象灾害危害度由大到小的顺序依次为干旱、暴雨、冰雹、病虫害、连阴雨等(表 3)。

表 3 陕西各种气象灾害农作物种植面积受灾率多年平均值排序

排序	1	2	3	4	5	6
灾种	干旱	暴雨	冰雹	病虫害	连阴雨	低温冷害
农作物面积受灾率/%	14.00	2.84	1.95	1.20	0.87	0.36
排序	7	8	9	10	11	12
灾种	霜冻	大风	冻害	雪灾	高温热浪	雷电
农作物面积受灾率/%	0.29	0.22	0.15	0.04	0.02	0.02
排序	13	14	15	16	17	18
灾种	气象地质灾害	凌汛	飏线	龙卷	渍涝	冰冻
农作物面积受灾率/%	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.3 农作物播种面积受灾率年景评估指标

根据农作物播种面积受灾率 I_{ai} 构建农作物播种面积受灾率年景评估指标(表 4),构建方法与前面人员死亡率年景评估指标相同。

表 4 陕西气象灾害农作物播种面积受灾率年景划分指标

分级	$I_{ai}/\%$	年份
严重	$I_{ai} \geq 35.35$	2005、2001
较重	$26.65 \leq I_{ai} < 35.35$	1990、2006、1999、1993、2002 1997、1995、2004、1998、1987
一般	$15.75 < I_{ai} < 26.65$	2003、1991、2007、1988、1992
较轻	$7.65 < I_{ai} \leq 15.75$	1994、1986、2000、1996、1989
轻	$I_{ai} \leq 7.65$	1985、1984

2.2.4 农作物播种面积受灾率年景评估指标应用

2008 年陕西气象灾害造成农作物受灾面积 1 354 km², 根据 2007 年陕西农作物播种面积计算过渡指数 $I_{a2008/2007}$ 为 33.48%, 根据表 4, 快速评估结果为较重年份。2008 年陕西农作物播种面积 4 274.45 km², 为 31.68%, I_{a2008} 为较重年份, 快速评估结论准确。

2.3 直接经济损失率指标及应用

2.3.1 直接经济损失率

直接经济损失率 I_{ei} 计算公式为

$$I_{ei} = e_i / s_{ei} \times 100\%, \quad i = 1984, 1985, \dots, 2007. \quad (5)$$

式中: I_{ei} 为第 i 年直接经济损失率; e_i 为第 i 年气象灾害造成的直接经济损失; s_{ei} 为陕西当年生产总值。

直接经济损失率最高为 2003 年, 达 4.43%, 1984 - 2007 年平均值为 1.51%。直接经济损失与时间之间的相关系数为 0.66, 增加趋势超过 0.001 的显著性水平(图 3a)。直接经济损失率与时间之间的相关系数为 -0.08, 变化趋势不明显(图 3b)。显然, 使用直接经济损失率进行评估更为合理。

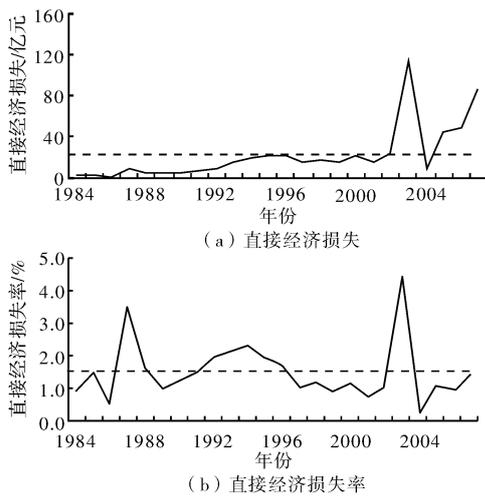


图 3 陕西历年气象灾害造成的经济损失情况

2.3.2 直接经济损失率应用

各种气象灾害直接经济损失率 \bar{I}_{ej} 计算公式为

$$\bar{I}_{ej} = \sum_{i=1984}^{2007} I_{eij}, \quad j = 1, 2, \dots, 25, \quad (6)$$

式中: \bar{I}_{ej} 为第 j 种气象灾害直接经济损失率多年平均值; I_{eij} 为第 j 种气象灾害第 i 年直接经济损失率。从直接经济损失率看, 陕西气象灾害危害度由大到小的顺序依次为暴雨、干旱、冰雹、连阴雨、

大风等(表 5)。

表 5 陕西各种气象灾害造成的直接经济损失率多年平均值排序

序号	1	2	3	4	5
灾种	暴雨	干旱	冰雹	连阴雨	大风
直接经济损失率/%	0.60	0.42	0.29	0.12	0.02
序号	6	7	8	9	10
灾种	霜冻	高温热浪	病虫害	低温冷害	气象地质灾害
直接经济损失率/%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
序号	11	12	13	14	15
灾种	冻害	雪灾	雷电	冰冻	飏线
直接经济损失率/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
序号	16	17	18	19	
灾种	龙卷	森林草原火灾	渍涝	大雾	
直接经济损失率/%	0.00	0.00	0.00	0.00	

2.3.3 直接经济损失率年景评估指标

根据直接经济损失率构建的直接经济损失率年景评估指标见表 6。

表 6 陕西气象灾害直接经济损失率年景划分指标

分级	$I_{ei}/\%$	年份
严重	$I_{ei} \geq 2.35$	2003、1987
较重	$1.65 \leq I_{ei} < 2.35$	1994、1993、1995、1992、1996
一般	$1.01 < I_{ei} < 1.65$	1988、1985、2007、1991、1990 1998、2000、2005、1997、2006
较轻	$0.60 < I_{ei} \leq 1.01$	2002、1989、1984、1999、2001
轻	$I_{ei} \leq 0.60$	1986、2004

2.3.4 直接经济损失率年景评估指标应用

2008 年陕西气象灾害造成的直接经济损失为 25.45 亿元, 2007 年陕西生产总值 5 757.29 亿元, $I_{e2008/2007}$ 为 0.44%, 依据表 6, 快速评估结果为轻年。2008 年陕西生产总值 7 314.58 亿元, I_{e2008} 为 0.35%, 根据表 6, 评估结果为轻年。快速评估结论正确。

3 气象灾害灾情综合指标及应用

3.1 气象灾害灾情因子评估指数归一化处理

为了计算气象灾害灾情综合指数, 对人员死亡率、农作物种植面积受灾率和直接经济损失率进行归一化处理, 计算公式为

$$U_{i1} = (I_{di} - I_{dmin}) / (I_{dmax} - I_{dmin}), \quad i = 1984, 1985, \dots, 2007, \quad (7)$$

式中: U_{i1} 为第 i 年人员死亡率归一化结果; I_{di} 为第

i 年气象灾害造成的人员死亡率; I_{dmax} 、 I_{dmin} 分别为 1984-2007 年人员死亡率最大值和最小值。

$$U_{i2} = (I_{ai} - I_{amin}) / (I_{amax} - I_{amin}), i = 1984, 1985, \dots, 2007, \quad (8)$$

式中: U_{i2} 为第 i 年农作物种植面积受灾率归一化结果; I_{ai} 为第 i 年农作物种植面积受灾率; I_{amax} 、 I_{amin} 分别为 1984-2007 年农作物种植面积受灾率最大值和最小值。

$$U_{i3} = (I_{ei} - I_{emin}) / (I_{emax} - I_{emin}), i = 1984, 1985, \dots, 2007, \quad (9)$$

式中: U_{i3} 为第 i 年直接经济损失率的归一化结果; I_{ei} 为第 i 年直接经济损失率; I_{emax} 、 I_{emin} 分别为 1984-2007 年直接经济损失率的最大值和最小值。

3.2 气象灾害灾情综合指数

气象灾害灾情综合指数 U_i 计算公式为

$$U_i = 0.36 \times U_{i1} + 0.28 \times U_{i2} + 0.36 \times U_{i3}, i = 1984, 1985, \dots, 2007, \quad (10)$$

式中: U_i 为第 i 年气象灾害灾情综合指数; U_{i1} 、 U_{i2} 和 U_{i3} 分别为人员死亡率、农作物种植面积受灾率和直接经济损失率的归一化值。采用“拉开档次”法^[10-11], 确定 U_{i1} 、 U_{i2} 和 U_{i3} 权重系数分别为 0.36、0.28 和 0.36。

3.3 气象灾害灾情综合指数应用

各种气象灾害灾情综合指数多年平均值 \bar{U}_j 计算公式为

$$\bar{U}_j = 0.36 \times U_{idj} + 0.28 \times U_{iaj} + 0.36 \times U_{iej}, j = 1, 2, \dots, 25, \quad (11)$$

式中: \bar{U}_j 为第 j 种气象灾情综合指数多年平均值, U_{idj} 为第 j 种气象灾害人员死亡率多年平均值 idj 的归一化值(相对于 25 种气象灾害, 归一化公式略, 下同), U_{iaj} 为第 j 种气象灾害农作物种植面积受灾率多年平均值 iaj 的归一化值, U_{iej} 为第 j 种气象灾害直接经济损失率多年平均值 iej 的归一化值。从灾情综合指数看, 陕西气象灾害危害度由大到小

的顺序依次为暴雨、干旱、冰雹、连阴雨、气象地质灾害等(表 7)。

表 7 陕西各种气象灾害灾情综合指数多年平均值排序

排序	1	2	3	4	5
灾种	暴雨	干旱	冰雹	连阴雨	气象地质灾害
综合指数	0.78	0.54	0.23	0.12	0.05
排序	6	7	8	9	10
灾种	病虫害	大风	霜冻	低温冷害	雷电
综合指数	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
排序	11	12	13	14	15
灾种	高温热浪	冻害	雪灾	森林草原火灾	冰冻
综合指数	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
排序	16	17	18	19	20
灾种	飚线	凌汛	龙卷	渍涝	大雾
综合指数	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.4 气象灾害灾情综合指数年景评估指标

根据气象灾害灾情综合指数 U_i 构建的气象灾害综合灾情年景评估指标见表 8。

表 8 陕西气象灾害灾情综合指数年景划分指标

分级	U_i	年份
严重	$U_i \geq 0.56$	1987、2002
较重	$0.34 \leq U_i < 0.56$	2003、1988、2005、1990、1993
一般	$0.22 < U_i < 0.34$	2000、1984、1995、1992、1999 1994、2001、1997、2006、1991
较轻	$0.11 < U_i \leq 0.22$	1998、2007、1996、1985、2004
轻	$U_i \leq 0.11$	1989、1986

3.5 气象灾害灾情综合指数年景评估指标应用

利用前面计算得到的 I_{dmax} 、 I_{dmin} 、 I_{amax} 、 I_{amin} 、 I_{emax} 、 I_{emin} , 对 $I_{d2008/2007}$ 、 $I_{a2008/2007}$ 、 $I_{e2008/2007}$ 进行归一化处理, 利用式(10)得到 $U_{2008/2007}$ 为 0.24, 对照表 9, 可知 2008 年陕西气象灾害综合灾情年景快速评估结果为一般年份。根据 2009 年《陕西统计年鉴》数据计算的 2008 年气象灾害灾情综合指数 U_{2008} 为 0.22, 属于较轻年份。快速评估结果偏重, 订正为较轻年份。

表 9 陕西 2008-2010 年气象灾害灾情因子和综合灾情年景评估结果

年份	死亡人数/人	$I_{d2008/2007}/(1/\text{百万})$	快速评估结果	$I_{d2008}/(1/\text{百万})$	最终评估结果
2008	61	1.62	一般	1.62	一般
2009	40	1.06	较轻	1.06	较轻
2010	205	5.43	较重	-	-
年份	农作物受灾面积/km ²	$I_{a2008/2007}/\%$	快速评估结果	$I_{a2008}/\%$	最终评估结果
2008	1 354.00	33.48	较重	31.68	较重
2009	1 221.00	28.57	较重	29.39	较重
2010	1 045.80	37.09	严重	-	-
年份	直接经济损失/亿元	$I_{e2008/2007}/\%$	快速评估结果	$I_{e2008}/\%$	最终评估结果
2008	25.45	0.44	轻	0.35	轻
2009	64.60	0.88	较轻	0.79	较轻
2010	302.16	3.70	严重	-	-

续表 9

年份	综合灾情	$U_{2008/2007}$	快速评估结果	U_{2008}	最终评估结果
2008		0.24	一般	0.22	较轻
2009		0.22	较轻	0.22	较轻
2010		0.34	较重	-	-

4 结果与讨论

(1) 气象灾害造成的人员死亡率平均为每年 3.23/百万, 农作物播种面积受灾率为 21.99%, 直接经济损失率为 1.51%。

灾情收集存在不完全统计问题, 加上气象灾害普查以灾害过程和县(区)为单元, 一些灾情难于分解到某一次具体灾害过程和县(区), 一定程度影响了普查记录的数量和质量, 所以本文研究结论应该是一个比较保守的结论。

(2) 基于气象灾害造成的人员死亡率、农作物种植面积受灾率和直接经济损失率基础上的灾情综合指数和评估指标稳定性好, 可比性强, 在 2008-2010 年气候影响评价工作中应用, 效果较好。

(3) 利用灾害因子指数和灾情综合指数对比分析 25 种气象灾害危害度, 结果表明陕西气象灾害中造成人员死亡率最高的 5 种气象灾害依次为暴雨、气象地质灾害、连阴雨、冰雹、大风, 造成农作物种植面积受灾率最高的 5 种气象灾害依次为干旱、暴雨、冰雹、病虫害、连阴雨, 造成直接经济损失率最高的 5 种气象灾害依次为暴雨、干旱、冰雹、连阴雨、大风。

灾情综合指数最大, 即危害度最严重的 5 种气象灾害依次为暴雨、干旱、冰雹、连阴雨、气象地质灾害。

(4) 为了使指标的使用更加符合实际, 随着普查数据的追加和延长, 建议每 5 年(或 10 年)根据确定指标的思路重新确定一次年景评估标准。

参考文献:

- [1] 中国科学院地学部. 中国自然灾害灾情分析与减灾对策[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1992.
- [2] 姜敏. 我国气象灾害造成的直接经济损失占国民生产总值的 1%~3% [N]. 中国社会报, 2007-09-24(A3).
- [3] 中华人民共和国气象法[Z]. 北京: 法律出版社, 1999.
- [4] 气象灾害防御条例[Z]. 北京: 中国法制出版社, 2010.
- [5] 杨仕升. 自然灾害等级划分标准及灾情比较模型探讨[J]. 自然灾害学报, 1997, 6(1): 8-13.
- [6] 谢永刚, 王茜. 沙兰镇突发性洪水灾害损失评估及其反思[J]. 灾害学, 2006, 21(2): 76-80.
- [7] 冯利华. 灾害损失的定量计算[J]. 灾害学, 1993; 8(2): 17-19.
- [8] 蔡新玲, 雷向杰, 田武文, 等. 陕西省 2008 年气候影响评价[J]. 陕西气象, 2009(4): 21.
- [9] 王娜, 田武文, 雷向杰, 等. 陕西省 2009 年气候影响评价[J]. 陕西气象, 2010(4): 24.
- [10] 陈云峰, 高歌. 近 20 年我国气象灾害损失的初步分析[J]. 气象, 2010; 36(2)76-80.
- [11] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 108-109.

Research and Application of Evaluation Index of Meteorological Disaster Losses —A Case Study in Shaanxi Province

Lei Xiangjie, Cai Xinling and Wang Na
(Shaanxi Climate Center, Xi'an 710015, China)

Abstract: In order to quantitatively assess losses caused by meteorological disasters, based on meteorological disaster data in Shaanxi Province during 1984~2007, three disaster factor indexes including the rate of death, disaster rate of crop area and direct economic loss rate are established to compute synthetic disaster condition index, then the yearly disaster loss evaluation index is established. The disaster year will be divided into five kinds: more serious, serious, in general, lighter and light. Meteorological disaster from 2008 to 2010 is evaluated by the yearly disaster loss evaluation index which is used into yearly climate impact assessment operation. Every kind of meteorological disaster factor index and synthetic disaster condition index are analyzed, the most serious meteorological disasters in Shaanxi Province are determined as rainstorm, drought, hail, continuous rain, meteorological geological disaster, etc. The results indicate that, mortality rate caused by meteorological disasters in the province shows a decreasing trend, which is 3.23/1000000 per year. The direct economic loss is not obviously changed, with an average of 1.51% for years, while the rate of crop area affected shows a significant increasing trend as 21.99% per year.

Key words: meteorological disaster; disaster census; evaluation index; yearly harvest analysis; disaster degree; Shaanxi Province